

PCT/JP 2004/004928

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

05. 4. 2004

REC'D 22 APR 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 4月15日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-109762
[ST. 10/C]: [JP2003-109762]

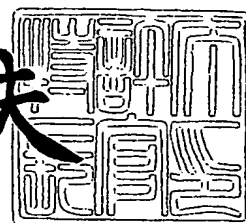
出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3023530

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F762

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F01L 13/00
F02D 13/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 副島 慎一

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 110000028

 【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所

 【代表者】 下出 隆史

 【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 133917

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0105457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 可変動弁機構の異常診断装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のバルブの開閉特性を変化させる可変動弁機構の異常を診断する異常診断装置であって、

前記バルブの開閉特性を変化させるための制御信号を入力する制御信号入力部と、

前記可変動弁機構の物理的挙動をシミュレーションすることにより、前記入力した制御信号に基づき、前記可変動弁機構が変化させるべき前記バルブの開閉特性に関するパラメータの理論値を算出する理論値算出部と、

前記制御信号に基づき前記可変動弁機構によって変化させられた前記バルブの開閉特性に関するパラメータの実測値を検出する実測値検出部と、

前記理論値と前記実測値とに基づき前記可変動弁機構の異常判定を行う異常判定部と、

を備える異常診断装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の異常診断装置であって、

前記異常判定部は、前記理論値と実測値との差が、所定の範囲外となった場合に前記可変動弁機構を異常と判定する、異常診断装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の異常診断装置であって、

前記可変動弁機構は、カムシャフトに固定された油圧ベーンを前記制御信号に基づき回転運動させることによって、前記バルブの開閉タイミングを変化させる機構であり、

前記理論値算出部は、前記油圧ベーンの回転運動をピストンの並進運動に相当するとみなして前記可変動弁機構の物理的挙動をシミュレーションする、異常診断装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の異常診断装置であって、

前記理論値算出部は、所定の条件に基づき前記シミュレーションにより算出する理論値を補正する、異常診断装置。

【請求項 5】 内燃機関のバルブの開閉特性を変化させる可変動弁機構の異

常を診断する異常診断方法であって、

前記バルブの開閉特性を変化させるための制御信号を入力する工程と、

前記可変動弁機構の物理的挙動をシミュレーションすることにより、前記入力した制御信号に基づき、前記可変動弁機構が変化させるべき前記バルブの開閉特性に関するパラメータの理論値を算出する工程と、

前記制御信号に基づき前記可変動弁機構によって変化させられた前記バルブの開閉特性に関するパラメータの実測値を検出する工程と、

前記理論値と前記実測値とに基づき前記可変動弁機構の異常判定を行う工程と

を含む異常診断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、可変動弁機構の異常を診断する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減のために、可変動弁機構を採用したものが増加しつつある。可変動弁機構とは、バルブの開閉タイミングや開閉リフト量などのバルブ特性を変化させる機構である。

【0003】

かかる可変動弁機構の異常を診断するために、従来より種々の手法がとられていた。例えば、以下に挙げる特許文献1や特許文献2には、カムシャフトの目標位相角とカム角センサによって検出した実際の位相角との差を求め、その差が所定の閾値内にあるか否かによって異常診断を行う技術が記載されている。また、特許文献3には、可変動弁機構の制御状態毎にクランクシャフトとカムシャフトの位相差を検出し、その制御状態毎に予め設定された基準値と検出した位相差を比較することにより異常診断を行う技術が記載されている。

【0004】

【特許文献1】

特開 2002-161789号公報

【特許文献2】

特開 2001-303999号公報

【特許文献3】

特開平 10-18869号公報

【特許文献4】

特開 2000-110594号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、特許文献1や特許文献2に記載の技術では、目標位相角と実際の位相角とを比較して異常判定を行っていた。従って、例えば、可変動弁機構の応答性以上のスピードで目標位相角が設定された場合には、正常に可変動弁機構が反応したとしても不可避免的に位相差が生じてしまい、実際には正常な動作であるにもかかわらず異常と判定されてしまう場合があった。そこで、より精度の高い異常診断方法が望まれていた。

【0006】

また、特許文献3では、可変動弁機構の制御状態として、主に制御するかしないかの2通りの制御状態が想定されていた。しかし、近年の可変動弁機構は、バルブの開閉タイミングやリフト量を連続的に変化させることができるため、制御状態毎に基準値を設定するためには、開閉タイミングやリフト量に応じて細かく基準値を場合分けする必要がある。しかし、基準値を細かく場合分けするには、その基準値の適合性を確認するための実験等に多大な労力を要してしまう。そのため、一旦決定した基準値を他の車種等に展開することが困難であり、その車種ごとに改めて十分な検討が必要だった。

【0007】

本発明はこのような問題を考慮してなされたものであり、より精度が高く、汎用性の高い可変動弁機構の異常診断技術を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の異常診断装置を次のように構成した。すなわち、

内燃機関のバルブの開閉特性を変化させる可変動弁機構の異常を診断する異常診断装置であって、

前記バルブの開閉特性を変化させるための制御信号を入力する制御信号入力部と、

前記可変動弁機構の物理的挙動をシミュレーションすることにより、前記入力した制御信号に基づき、前記可変動弁機構が変化させるべき前記バルブの開閉特性に関するパラメータの理論値を算出する理論値算出部と、

前記制御信号に基づき前記可変動弁機構によって変化させられた前記バルブの開閉特性に関するパラメータの実測値を検出する実測値検出部と、

前記理論値と前記実測値とに基づき前記可変動弁機構の異常判定を行う異常判定部と、を備えることを要旨とする。

【0009】

バルブの開閉特性に関するパラメータとは、例えば、バルブの開閉タイミング、バルブの開閉リフト量、バルブの開閉タイミングを変化させるためのカムシャフトの位相角、などを表すパラメータである。本発明の異常診断装置によれば、シミュレーションの結果得られたバルブの開閉特性に関するパラメータの理論値と、その実測値とを比較して異常判定を行うため、より精度の高い異常診断を行うことができる。

【0010】

例えば、上記制御信号としてカムシャフトの目標位相角を設定するための信号が入力されたとする。この場合、本発明では、この目標位相角に応じて変化する実際のカムシャフトの位相角をシミュレーションによって予測し、このシミュレーションによって得られた理論上の位相角と、実際に検出した位相角の実測値とを比較して異常判定を行う。そのため、目標位相角が急激に変化した場合などであっても、それに応じた可変動弁機構の正常状態の挙動が予測できるため、より精度の高い異常診断を行うことができる。

【0011】

また、上記構成の異常診断装置であれば、可変動弁機構の制御状態に応じて異常判定を行うための基準値を複雑な場合分け等により予め求める必要ないため、容易に他の車種へ応用を図ることが可能である。

【0012】

上記異常診断装置において、

前記異常判定部は、前記理論値と実測値との差が、所定の範囲外となった場合に前記可変動弁機構を異常と判定するものとしてもよい。また、そのほか、理論値と実測値との単位時間当たりの変化量の差、即ち変化率の差に基づいて異常判定を行うものとしてもよい。

【0013】

上記異常診断装置において、

前記可変動弁機構は、カムシャフトに固定された油圧ベーンを前記制御信号に基づき回転運動させることによって、前記バルブの開閉タイミングを変化させる機構であり、

前記理論値算出部は、前記油圧ベーンの回転運動をピストンの並進運動に相当するとみなして前記可変動弁機構の物理的挙動をシミュレーションするものとしてもよい。

【0014】

こうすることにより、シミュレーションを簡易化することができるため、計算量の削減を図ることが可能となる。

【0015】

シミュレーションによって算出された理論値には、誤差が含まれることがある。そのため、前記理論値算出部は、所定の条件に基づき前記シミュレーションにより算出する理論値を補正するものとしてもよい。

【0016】

補正は、例えば、内燃機関のクランクシャフトの回転数が所定値以下の場合に、理論値を初期化したり、異常診断の結果、正常と判定された場合の実測値を理論値の算出に反映させたりすることによって行うことができる。こうすることに

より、シミュレーションの精度を向上させることができる。

【0017】

本発明において、上述した種々の態様は、適宜、組み合わせたり、一部を省略したりして適用することができる。また、本発明は、上述した異常診断装置としての構成のほか、可変動弁機構の異常診断方法、可変動弁機構を備えるエンジン、該エンジンの制御方法などとしても構成することができる。いずれの構成においても上述した各態様を適宜適用可能である。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について実施例に基づき次の順序で説明する。

- A. 異常診断システムの概略構成：
- B. 可変動弁機構の構成：
- C. シミュレーションモデル：
- D. 異常診断処理：
- E. 変形例：

【0019】

- A. 異常診断システムの概略構成：

図1は、可変動弁機構120の異常を診断する異常診断システム100の概略構成を示すブロック図である。異常診断システム100は、図示するように、VVT制御部110、可変動弁機構120、カム角センサ130、シミュレーション部140、異常判定部150、警告灯160によって構成される。これらのうち、VVT制御部110とシミュレーション部140と異常判定部150は、それぞれ、図示しないECUのROM内に記録された制御プログラムによってソフトウェア的に実現される。

【0020】

ECUは、CPUやRAM、ROMを含むマイクロコンピュータによって構成されており、種々のセンサや機器が接続される入出力ポートを備えている。入力ポートには、例えば、カム角センサ130や車速センサ、吸気圧センサ、クランクシャフトセンサ、アクセル開度センサ、可変動弁機構120に供給するオイル

の温度を測定する油温センサなどが接続される。出力ポートには、例えば、可変動弁機構 120 やインストルメントパネルの警告灯 160、燃料噴射装置、イグナイター、スロットルアクチュエータなどが接続される。

【0021】

VVT制御部 110 は、ECUの入力ポートに接続された各種センサからの入力に基づいてカムシャフトの目標位相角を決定し、かかる目標位相角に応じた制御信号を可変動弁機構 120 に出力する。

【0022】

可変動弁機構 120 は、VVT制御部 110 から入力した制御信号に従って、クランクシャフトに対する吸気側カムシャフトの位相角を変化させることにより吸気バルブの開閉タイミングを変化させる。かかる可変動弁機構 120 の詳細な説明は後述する。

【0023】

カム角センサ 130 は、可変動弁機構 120 によって変化させられたカムシャフトの位相角の実測値を検出するためのセンサである。検出された位相角は、VVT制御部 110 による可変動弁機構 120 のフィードバック制御にも用いられる。

【0024】

シミュレーション部 140 は、可変動弁機構 120 の物理的挙動を表すシミュレーションモデルを用いて、入力した制御信号に応じたカムシャフトの位相角の理論値を算出する。

【0025】

異常判定部 150 は、カム角センサ 130 によって測定した位相角の実測値と、シミュレーション部 140 によって算出した理論値とを比較して、可変動弁機構 120 の異常を判定する。異常と判定した場合には、警告灯 160 を点灯させることにより、運転者に可変動弁機構 120 が異常であることを知らせる。また、異常と判定した場合には、更に、ECUが備えるRAMや書き換え可能なROM等に異常があった旨を示す履歴を記録するものとしてもよい。

【0026】

B. 可変動弁機構の構成：

図2は、可変動弁機構120の詳細な構成を示す説明図である。可変動弁機構120は、図示するように、吸気側カムシャフト12の一端に取り付けられた位相変更機構11と、位相変更機構11へオイルを圧送するオイルポンプ15と、ECUから入力した制御信号に基づいてオイルポンプ15により圧送するオイルの油路や流量を変更するオイルコントロールバルブ16とを備える。

【0027】

位相変更機構11は、略中空円筒状のハウジング28と、このハウジング28内に回転可能に嵌挿されたベーン29とを備えている。ハウジング28は、ベーン29を覆うカバー38と共にボルト30でドリブンギヤ22に固定されており、カバー38と共にドリブンギヤ22と一体となって回転する。ドリブンギヤ22は、図示しないクランクシャフトとタイミングチェーンにより接続されている。

【0028】

ハウジング28の内部には、所定間隔を隔てた位置に吸気側カムシャフト12の軸心に向けて突出した4つの突部33が形成されており、この4つの突部33と、ベーン29の4つの受圧部32とにより、4つの進角室13と4つの遅角室14とが形成されている。ベーン29は、その中心孔40に挿入された取付ボルト41により吸気側カムシャフト12に固定されており、吸気側カムシャフト12と一体となって回転する。

【0029】

ベーン29は、ハウジング28内に回転可能に嵌挿されているため、進角室13と遅角室14の大きさを調整することによりクランクシャフトに対する吸気側カムシャフト12の回転位相を変更することができる。こうした回転位相の変更は、進角室13および遅角室14に連通する進角側油路P1と遅角側油路P2とを介してオイルコントロールバルブ16からオイルを供給することによって行うことができる。

【0030】

オイルポンプ15は、内燃機関の駆動力を駆動源として動作するポンプであり

、オイルパン 57 に貯蔵されたオイルをオイルコントロールバルブ 16 に圧送する。

【0031】

オイルコントロールバルブ 16 は、ケーシング 70 と、ケーシング 70 に嵌挿されたスプール 76 と、スプール 76 をその軸方向に駆動する電磁ソレノイド 78 と、スプール 76 を電磁ソレノイド 78 側に付勢するスプリング 79 とを備える。ケーシング 70 には、進角側油路 P1 に接続された進角側ポート 71 と、遅角側油路 P2 に接続された遅角側ポート 73 と、進角側油路 P1 から流れ込んだオイルをオイルパン 57 に排出する進角側ドレンポート 72 と、遅角側油路 P2 から流れ込んだオイルをオイルパン 57 に排出する遅角側ドレンポート 74 と、オイルポンプ 15 から圧送されるオイルを流入する流入ポート 75 とが形成されている。

【0032】

スプール 76 には、進角側ポート 71 と遅角側ポート 73 とを同時に閉口し、かつ、進角側ドレンポート 72 と遅角側ドレンポート 74 とが同時に開口される位置に 4 つの弁体 77 が形成されている。したがって、スプール 76 を図中左側に移動させて流入ポート 75 と遅角側ポート 73 とを連通させる共に進角側ポート 71 と進角側ドレンポート 72 とを連通させることにより、遅角側油路 P2 を介して遅角室 14 にオイルが供給され、ペーン 29 を遅角側に回転させることができる。逆に、スプール 76 を図中右側に移動させて流入ポート 75 と進角側ポート 71 とを連通させると共に遅角側ポート 73 と遅角側ドレンポート 74 とを連通させることにより、進角側油路 P1 を介して進角室 13 にオイルが供給され、ペーン 29 を進角側に回転させることができる。

【0033】

スプール 76 の位置は、電磁ソレノイド 78 による図中右側への付勢力とスプリング 79 による図中左側への付勢力の釣り合いによって定まる。したがって、ECU は、電磁ソレノイド 78 に対して制御信号としてデューティ信号を出力することにより、その位置の制御が可能となる。例えば、最大進角指令であるデューティ比 100% の制御信号を出力すれば、スプール 76 は電磁ソレノイド 78

の付勢力により最右側へ移動するため、進角室 13 の容積が最大となる。逆に、最遅角指令であるデューティ比 0 % の制御信号を出力すれば、スプリング 79 の付勢力によりスプールは最左側に移動するため、遅角室 14 の容積が最大となる。

【0034】

C. シミュレーションモデル:

図 3 は、シミュレーション部 140 によって用いられる可変動弁機構 120 のシミュレーションモデルを表す説明図である。上述したように可変動弁機構 120 は、制御信号に応じて移動したスプール 76 の位置の変化に従って、各オイルポート 71 ~ 74 に流れるオイル流量および油路が変化し、位相変更機構 11 のペーン 29 が進角側または遅角側に回転する。そこで、本実施例では、図 3 に示すように、ペーン 29 の回転運動をピストン 200 の並進運動に相当するとみなし、さらに、オイルコントロールバルブ 16 の各オイルポートをオリフィス 1 ~ 4 に相当するものとみなしてシミュレーションを行うものとした。具体的には、図中、オリフィス 1 が遅角側ポート 73、オリフィス 2 が遅角側ドレンポート 74、オリフィス 3 が進角側ポート 71、オリフィス 4 が進角側ドレンポート 72 に相当するものとみなす。また、4 つの進角室 13 は、1 つの進角室 13 B に相当するとみなし、同様に、4 つの遅角室 14 は、1 つの遅角室 14 B に相当するものとみなす。

【0035】

図 4 は、上記各オリフィスの開度を求めるためのグラフである。シミュレーション部 140 が入力する制御信号はデューティ信号であるため、横軸がそのデューティ比を、縦軸が各オリフィスの開度を表している。上述したように、例えば、制御信号のデューティ比が 100 % の場合には、かかる信号は最大進角指令であるため、オリフィス 3 とオリフィス 2 の開度が最大となり、逆にオリフィス 1 とオリフィス 4 の開度は、ほぼゼロとなる。すなわち、オイルポンプ 15 からオイルがオリフィス 3 を通り進角室に流入し、ピストン 200 が図中左側に移動する。それに伴いピストン 200 によって遅角室のオイルがオリフィス 2 を通ってオイルパン 57 に押し出される。

【0036】

なお、ここでは、制御信号のデューティ比からオリフィスの開度を求めるものとしたが、制御信号のデューティ比を、一旦、スプール76の位置に変換した上で、かかるスプール76の位置に基づき各オリフィスの開度を求めてもよい。

【0037】

図3のピストン200の並進運動は、ピストン200の質量をM、速度をV、進角室13Bの油圧がピストン200に及ぼす力を F_f 、進角室13Bの油圧がピストン200に及ぼす力を F_b 、カムシャフトからの反力を F_c とすれば、次の式(1)によって表すことができる。

【0038】

$$d(MV)/dt = F_f - F_b - F_c \quad \cdots (1)$$

【0039】

F_c は、クランクシャフトの回転数に応じて設定された所定のマップや関数などによって求めることができる。一般に、クランクシャフトの回転数が高くなるほど、 F_c は大きくなる。

【0040】

F_f 、 F_b は、進角室の圧力を p_f 、遅角室の圧力を p_b 、ピストン200の断面積をSとすると、次の式(2)(3)によって表すことができる。

【0041】

$$F_f = p_f S \quad \cdots (2)$$

$$F_b = p_b S \quad \cdots (3)$$

【0042】

p_f 、 p_b はともに、進角室、遅角室の容積をV、オイルの体積弾性係数を β 、進角室または遅角室に出入りするオイルの流量をqとすると、次の式(4)によって表すことができる。なお、内燃機関の起動時、つまり、シミュレーション開始直後の初期状態では、進角室の容量は最小、遅角室の容量は最大、進角室および遅角室の圧力は大気圧程度となる。

【0043】

【数 1】

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\beta}{V} q \quad \dots (4)$$

【0044】

図2において、ベーン29の受圧部32とハウジング28との間には、若干の隙間が開いており、この隙間を通じて遅角室から進角室、あるいは進角室から遅角室にオイルが漏れる場合がある。そこで、図3のシミュレーションモデルにおいてもかかる現象を再現するため、上記式(4)において、遅角室または進角室に流入するオイルの流量から漏れていくオイルの流量を差し引いたオイル流量を Σq と表すと、上記式(4)は、次の式(4b)として表すことができる。

【0045】

【数 2】

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\beta}{V} \Sigma q \quad \dots (4b)$$

【0046】

オリフィス1～4をそれぞれ流れるオイルの流量 q は、流量係数を C 、オリフィスの開口面積を A 、オリフィスの上下流の圧力差を Δp 、オイルの密度を ρ とすると、次の式(5)で表すことができる。

【0047】

【数 3】

$$q = CA \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad \dots (5)$$

【0048】

オリフィス1や3に流れるオイルの流量 q を求める際には、オイルポンプ15の油圧値が必要となるが、かかる油圧は、クランクシャフトの回転数やオイルの温度に基づき予め設定された所定のマップを用いて求めることができる。一般に

、油圧は、クランクシャフトの回転数が高く油温が低いほど高くなり、回転数が低く油温が高いほど低くなる。

【0049】

また、上記式(5)において流量係数Cは、油温によって変化するため、油温と流量係数Cの関係を表す所定のマップなどによって、流量qを補正するものとしても良い。一般に、油温が高い場合に流量係数Cは大きくなるため、流量qは大きくなる。

【0050】

以上で示した式(1)～(5)、および、図4のグラフを組み合わせることにより、最終的にピストン200の並進方向の速度Vを求めることができる。従って、かかる速度Vを所定の演算式によってペーン29の角速度に変換することにより、吸気側カムシャフト12の位相角の理論値を求めることができる。

【0051】

図5は、上述したシミュレーションモデルによる演算の実験結果を示すグラフである。上段のグラフは、制御信号のデューティ比の時間変化を表し、下段のグラフは、シミュレーションによって算出された位相角の理論値の時間変化を表す。図示するように、制御信号の変化に応じて、理論値が変化していることがわかる。

【0052】

D. 異常診断処理：

図6は、ECUのCPUが実行する異常診断処理のフローチャートである。まず、CPUは、制御信号を入力し(ステップS10)、上述したシミュレーションモデルによりカムシャフトの位相角の理論値を算出する(ステップS20)。そしてカム角センサ130によって位相角の実測値を検出し(ステップS30)、かかる理論値と実測値との偏差から異常判定を行う(ステップS40)。偏差が、シミュレーションモデルの誤差等を予め考慮して定められた所定の閾値から外れた場合には異常と判定され、閾値内であった場合には正常と判定される。判定の結果、異常である場合(ステップS50：Yes)には、警告灯160を点灯する(ステップS60)。正常の場合には(ステップS50：No)、ステッ

プS60をスキップする。かかる処理は、車両の運転中、常時実行される。

【0053】

以上で説明した本実施例の異常診断システム100によれば、可変動弁機構120の物理的挙動をシミュレーションして得られたカムシャフトの位相角の理論値とその実測値とを比較して異常判定を行う。従って、カムシャフトの目標位相角と実測値とを比較していた従来の異常診断方法よりも精度の高い異常診断を行うことが可能となる。また、従来は、内燃機関のアイドルリング時などの比較的限定的な条件下においてのみ異常判定を行う場合があったが、本実施例によればどのようなタイミングでも異常判定を行うことができるため、早期に故障の対策をとることができる。また、シミュレーションモデルに用いられるパラメータを変えることにより、容易に他の車種への応用が可能となる。

【0054】

以上、本発明の実施の形態について実施例に基づき説明したが、本発明は上記実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができるというまでもない。例えば、ソフトウェア的に実現した機能はハードウェアによって実現してもよい。また、例えば、以下のような変形も可能である。

【0055】

E. 変形例：

(1) 変形例1：

上述した実施例におけるシミュレーションでは、その演算中に誤差が生じると、その誤差が積み重なり、異常診断の精度を低下させる要因となる場合がある。そのため、異常診断の結果や車両の運転状況に応じて、シミュレーションで得られる理論値を補正するものとしてもよい。

【0056】

図7は、かかる補正を実現するために、上記図6のフローチャートに代わって実行する異常診断処理のフローチャートである。まず、ECUのCPUは、クランクシャフトセンサによって検出したクランクシャフトの回転数が所定値R以上であるか否かを判定する（ステップS100）。所定値R以上である場合（ステップS100：Yes）には、制御信号を入力し（ステップS110）、シミュ

レーションモデルにより位相角の理論値を算出する（ステップS120）。一方、クランクシャフトの回転数が所定値R未満である場合（ステップS100：No）には、シミュレーションモデルにおいて遅角室14Bの容積が最大、進角室13Bの容積が最小となるように式（4）または式（4b）のパラメータを初期化し、さらに、オリフィス2，3の開度を最小、オリフィス1，4の開度を最大とすることにより、位相角の理論値をゼロとする（ステップS130）。

【0057】

カムシャフトの位相角は概ね、クランクシャフトの回転数が高くなるほど進角させ、回転数が低いほど遅角になるように制御されている。従って、位相角が最遅角のまま保持される回転数の閾値を上記所定値Rとすることができる。なお、ステップS100では、クランクシャフトの回転数だけでなく、例えば、車速が所定値以下の場合などにステップS130を実行するものとしてもよい。

【0058】

次に、CPUは、カム角センサ130によって検出した実際のカムシャフトの位相角を入力する（ステップS140）。そして、かかる実測値と、上記ステップS110またはS130によって得られた位相角の理論値との偏差に基づき異常判定を行う（ステップS150）。

【0059】

判定の結果、異常である場合（ステップS160：Yes）には、警告灯160を点灯する（ステップS170）。正常の場合には（ステップS160：No）、位相角の実測値によって、シミュレーションで用いられるパラメータを補正する（ステップS180）。具体的には、位相角の実測値から進角室13Bと遅角室14Bの容積をそれぞれ逆算して求め、以降のシミュレーションを、この逆算結果の容積を用いることにより行う。CPUは、以上の処理を、車両の運転中、常時実行する。

【0060】

本変形例によれば、クランクシャフトの回転数が所定値R以下の場合、すなわち、位相角が必ずゼロになると想定される場合や、異常診断の結果が正常と判定された場合に、シミュレーションに用いられるパラメータを補正することができ

る。そのため、シミュレーションの積算誤差を低減し、より精度の高い異常診断を行うことができる。なお、上記ステップ S130 とステップ S180 は、必ずしも両者とも実行する必要はなく、いずれかのみを行うものとしてもよい。

【0061】

(2) 変形例 2：

図 8 は、シミュレーションモデルの変形例を示す説明図である。かかる図では、図 2 のスプール 76 とケーシング 70 の隙間からオイルが漏れることを想定し、その隙間をオリフィス 5 および 6 として表した。このような隙間を流れるオイルの流量は、上記式 (5) を用いて、隙間の面積をオリフィスの開口面積 A とすれば求めることができる。また、上述したように、ピストン 200 の隙間についても同様にオリフィス 7 として考えることができる。このように、オイルの漏れについてもシミュレーションに反映させることにより、より精度の高い異常診断を行うことが可能となる。

【0062】

(3) 変形例 3：

図 6 および図 7 で説明した異常診断処理では、カムシャフトの位相角の理論値と実測値に基づいて異常判定を行うものとした。しかし、異常判定は、例えば、単位時間当たりの位相角の変化量の理論値と実測値に基づいて行ってもよい。また、所定時間経過後の位相角の予測値とその実測値に基づいて行ってもよい。こうすることにより、例えば、3 秒後に位相角が 30 度になるはずといったシミュレーション結果と、実際の 3 秒後の位相角の実測値とを比較して異常判定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 異常診断システム 100 の概略構成を示すブロック図。
- 【図 2】 可変動弁機構 120 の詳細な構成を示す説明図。
- 【図 3】 可変動弁機構 120 のシミュレーションモデルを表す説明図。
- 【図 4】 オリフィスの開度を求めるためのグラフ。
- 【図 5】 シミュレーションモデルによる演算の実験結果を示すグラフ。
- 【図 6】 異常診断処理のフローチャート。

【図 7】 シミュレーションの補正を実現するためのフローチャート。

【図 8】 シミュレーションモデルの変形例を示す説明図。

【符号の説明】

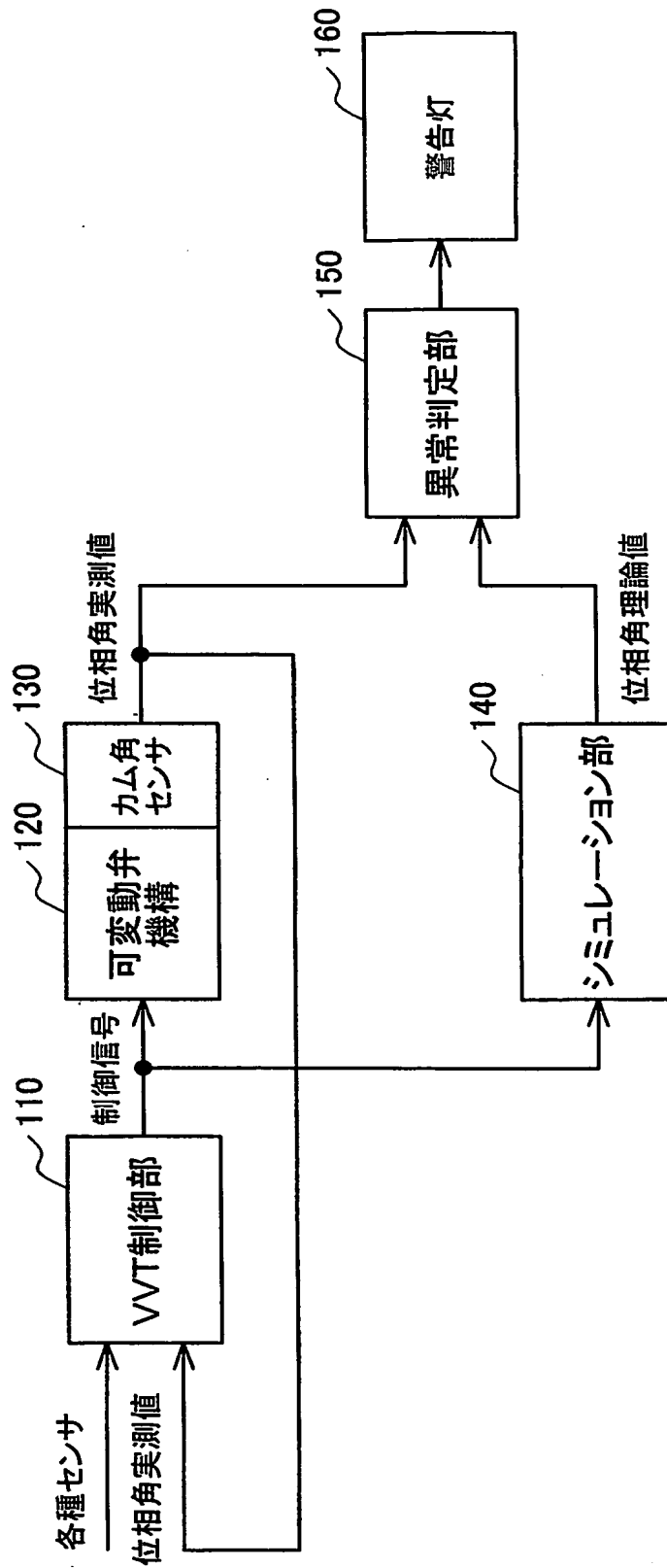
- 1 1…位相変更機構
- 1 2…吸気側カムシャフト
- 1 3…進角室
- 1 4…遅角室
- 1 5…オイルポンプ
- 1 6…オイルコントロールバルブ
- 2 2…ドリブンギヤ
- 2 8…ハウジング
- 2 9…ベーン
- 3 0…ボルト
- 3 2…受圧部
- 3 3…突部
- 3 8…カバー
- 4 0…中心孔
- 4 1…取付ボルト
- 5 7…オイルパン
- 7 0…ケーシング
- 7 1…進角側ポート
- 7 2…進角側ドレンポート
- 7 3…遅角側ポート
- 7 4…遅角側ドレンポート
- 7 5…流入ポート
- 7 6…スプール
- 7 7…弁体
- 7 8…電磁ソレノイド
- 7 9…スプリング

100...異常診断システム
110...VVT制御部
120...可変動弁機構
130...カム角センサ
140...シミュレーション部
150...異常判定部
160...警告灯
200...ピストン
P1...進角側油路
P2...遅角側油路

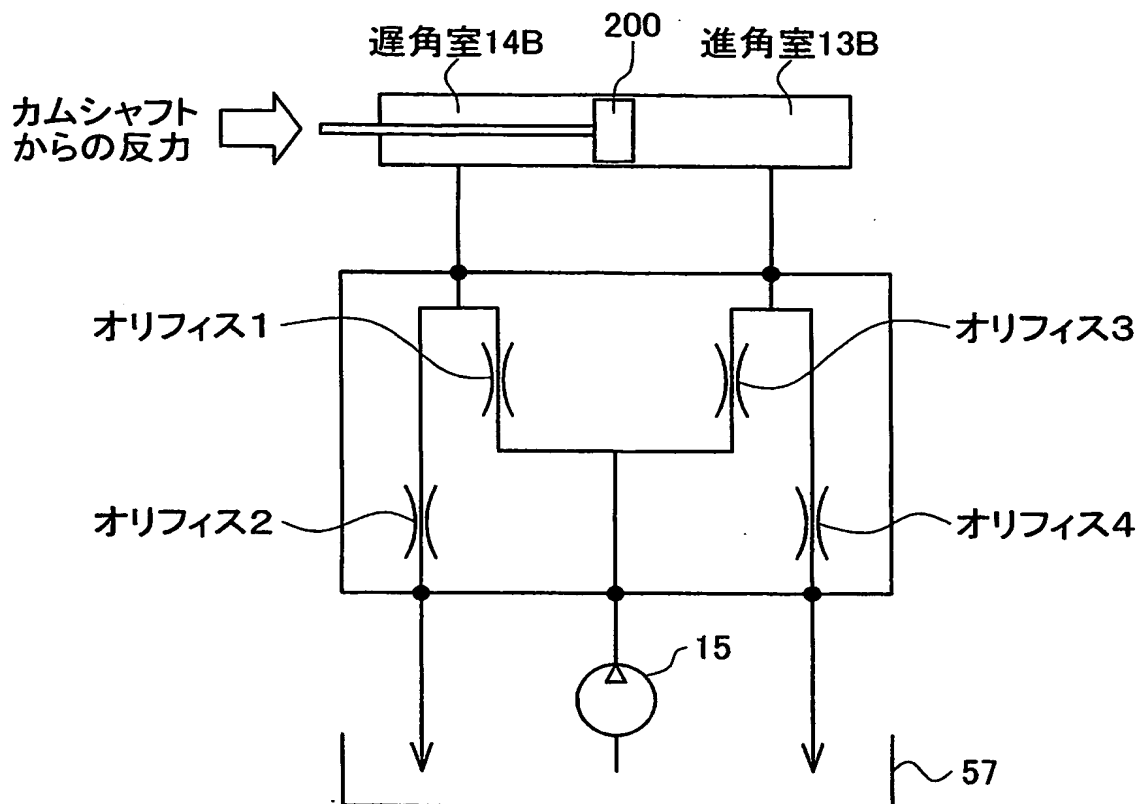
【書類名】 図面

【図 1】

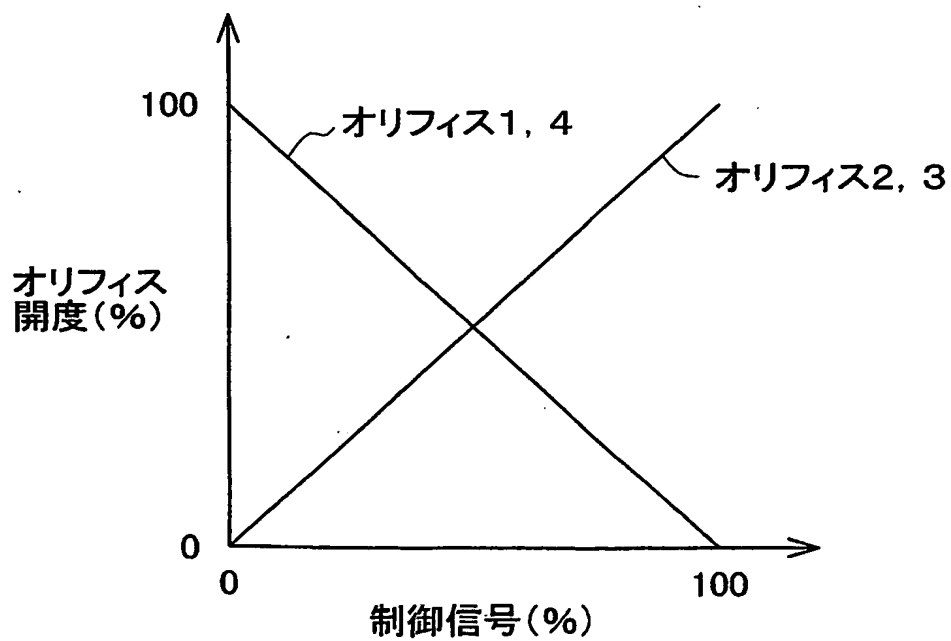
100



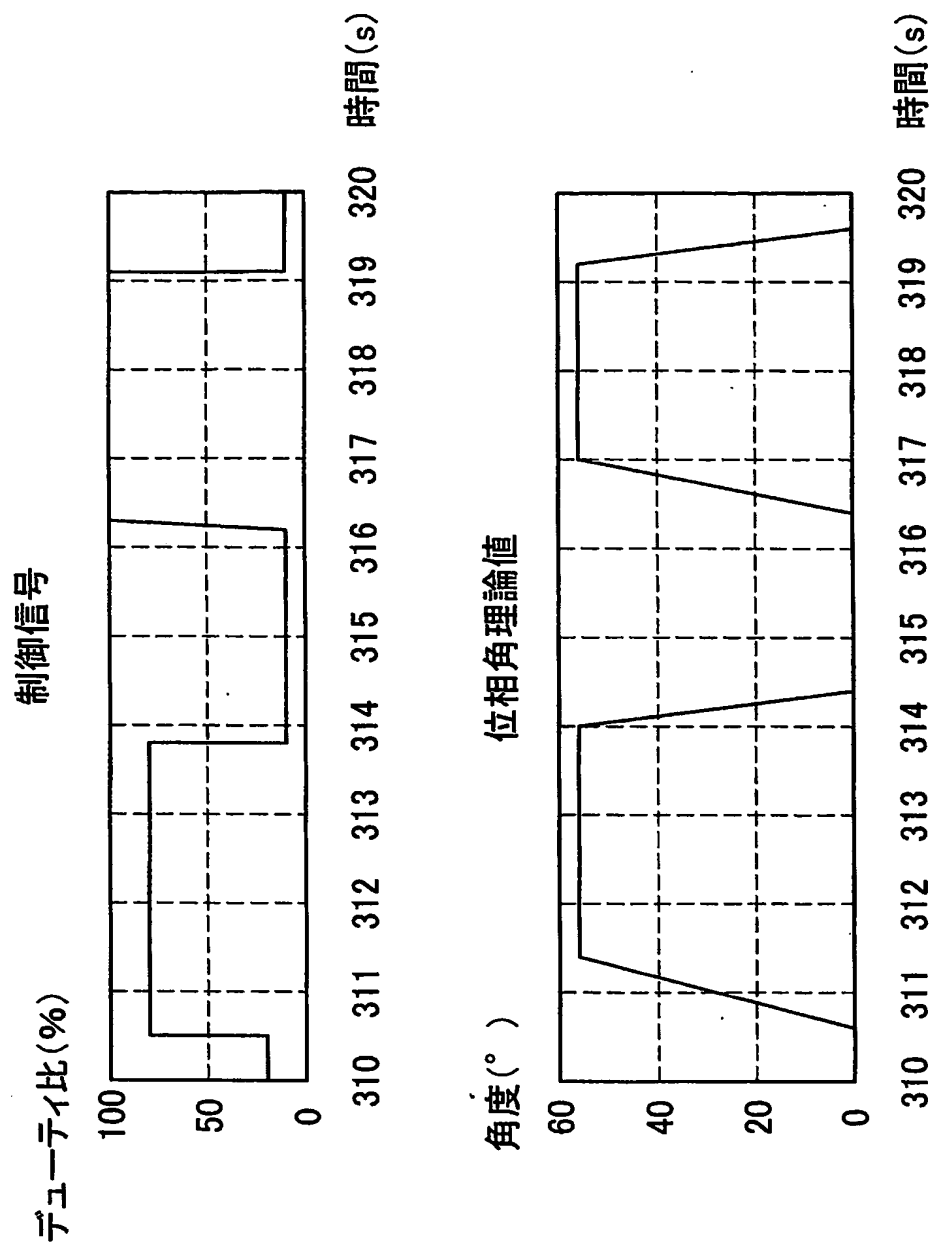
【図 3】



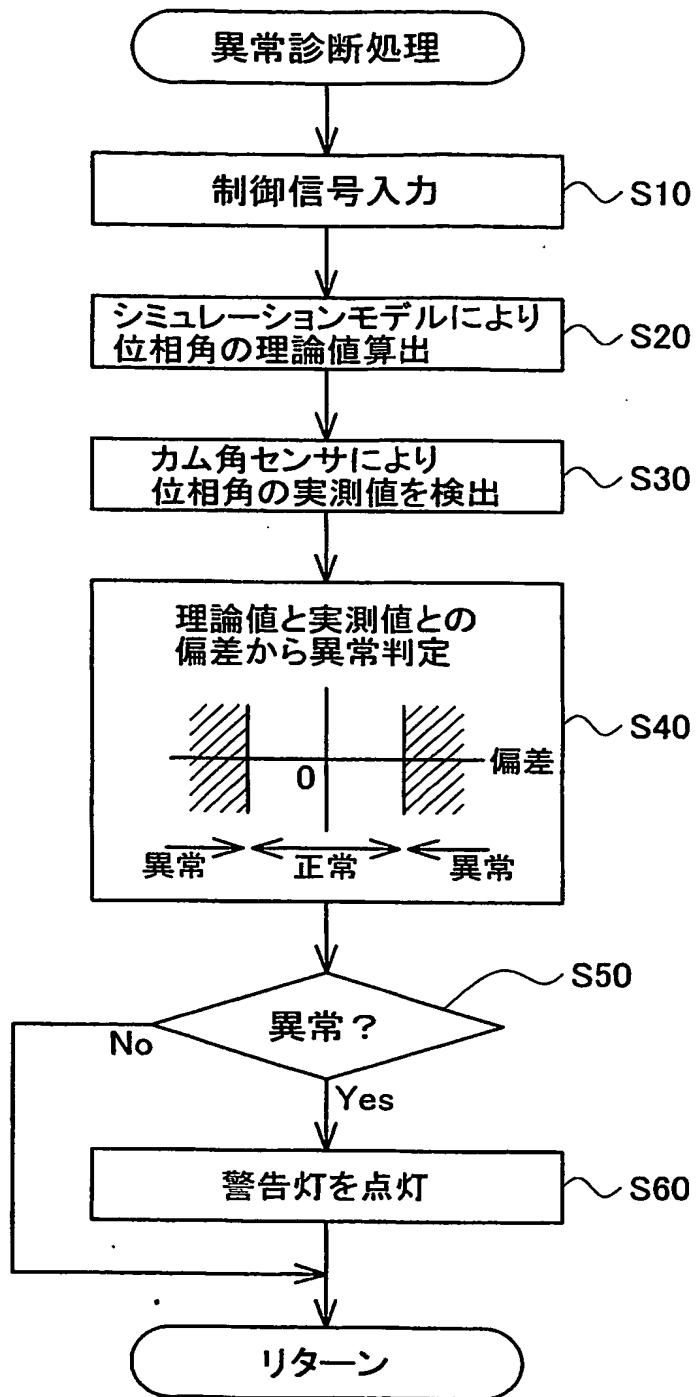
【図 4】



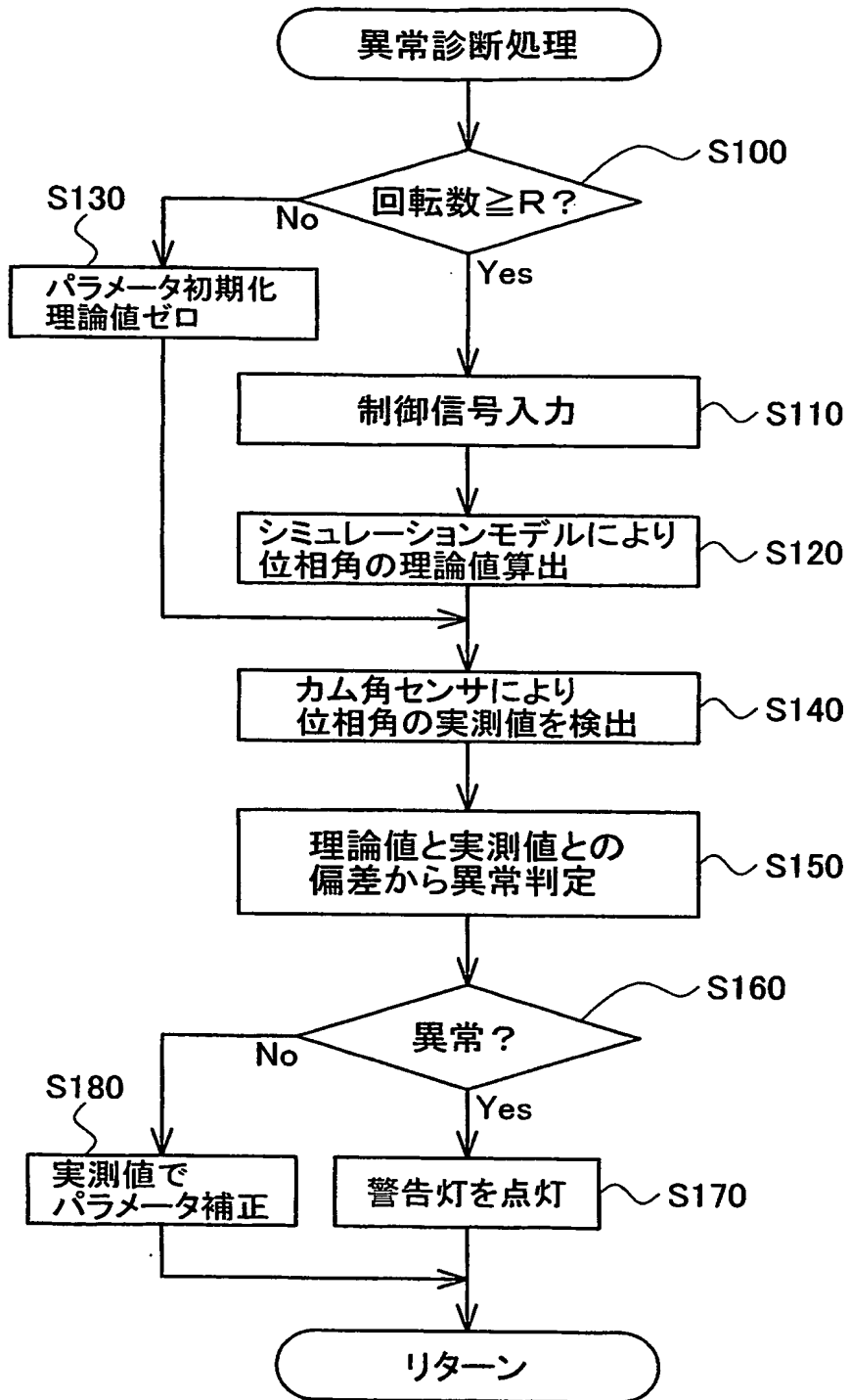
【図 5】



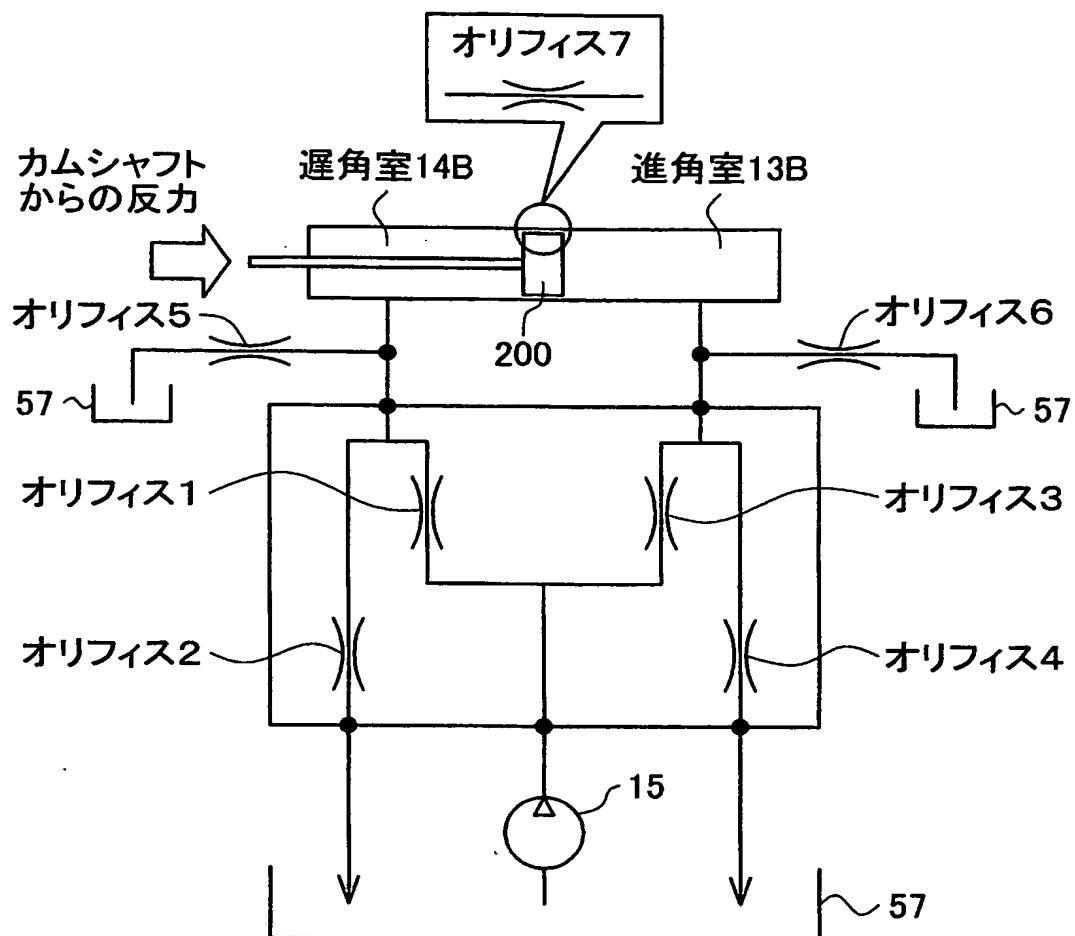
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可変動弁機構の異常診断を精度良く行う。

【解決手段】 異常診断システム100は、VVT制御部110、可変動弁機構120、カム角センサ130、シミュレーション部140、異常判定部150、警告灯160によって構成される。可変動弁機構120は、クランクシャフトに対する吸気側カムシャフトの位相角を進角、遅角することにより、バルブの開閉タイミングを変化させる機構である。シミュレーション部140は、VVT制御部110から入力した制御信号に基づいて可変動弁機構120の物理的挙動をシミュレーションする。異常判定部150は、かかるシミュレーションの結果算出された位相角の理論値と、カム角センサ130によって検出した位相角の実測値の偏差から、可変動弁機構120の異常を判定する。

【選択図】 図1

特願 2003-109762

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社